

Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации  
Кафедра № 24 - «Авиационной техники»

# Виды и системы ремонтов

Санкт-  
Петербург  
2011

**Техническое обслуживание** – это комплекс операций по поддержанию исправности и\или работоспособности ЛА и готовности их к полетам.

**Ремонт** – это комплекс операций по восстановлению работоспособности изделий функциональных систем ЛА или составных частей изделий.

**Ремонт** – это технически возможное и экономически целесообразное восстановление технических параметров и характеристик, изменяющихся при эксплуатации и определяющих возможность использования изделия по прямому назначению (ГОСТ 2.6002-68).

Техническое обслуживание включает в себя операции по контролю состояния ЛА, устранению и выявлению неисправностей, проверке ЛА на функционирование, регулировке приборов и т. д.

Совокупность правил и управляющих воздействий, объединенных общей целью при решении задач технического обслуживания и ремонта (регламентных работах) называют **стратегией ТОиР**.

## **Виды ремонта**

Характеристики видов ремонта установлены Государственным стандартом (ГОСТ 2.602-68).

**Капитальный ремонт** заключается в полной разборке и дефектации изделия, замене или ремонте всех составных частей (в том числе и базовых), проверке всех составных частей, сборке изделия и его комплексной проверке, регулировке и испытании.

При капитальном ремонте лакокрасочные покрытия заменяются полностью, а другие защитные покрытия восстанавливаются. После капитального ремонта для оборудования устанавливаются новые технические и гарантийные ресурсы.

Капитальный и средний ремонты выполняются на ремонтных заводах гражданской авиации. Все ресурсы до ремонтов устанавливаются применительно к капитальным ремонтам.

**Средний ремонт** заключается в восстановлении эксплуатационных характеристик изделия ремонтом или заменой только изношенных или поврежденных составных частей. Кроме того, проверяется техническое состояние остальных составных частей с устранением обнаруженных неисправностей. При среднем ремонте агрегата (системы) может производиться капитальный ремонт отдельных узлов.

Базовые узлы при среднем ремонте обычно не ремонтируются. Новый гарантийный ресурс не устанавливается. По трудоемкости средний ремонт составляет 60...65% капитального.

**Текущий (малый) ремонт** – минимальный по объему вид ремонта, при котором обеспечивается нормальная эксплуатация изделия до очередного планового ремонта. Во время текущего ремонта устраняют неисправности заменой или восстановлением отдельных составных частей (быстроизнашивающихся деталей), а также выполняют регулировочные работы.

Трудоемкость текущего ремонта составляет 15...18% капитального. Текущий ремонт

В зависимости от возможности определения предельного работоспособного состояния функциональных систем воздушного судна, наличия резервирования и последствий при отказе в процессе эксплуатации целесообразно руководствоваться следующими

**принципами выполнения ремонта:**

- **после отказа;**
- при достижении предельно допустимого технического (**предотказного**) состояния;
- после выработки установленного (**фиксированного**) ресурса.



Одним из распространенных принципов ремонта простых машин и приборов (например, машин бытового применения) является ремонт после отказа.

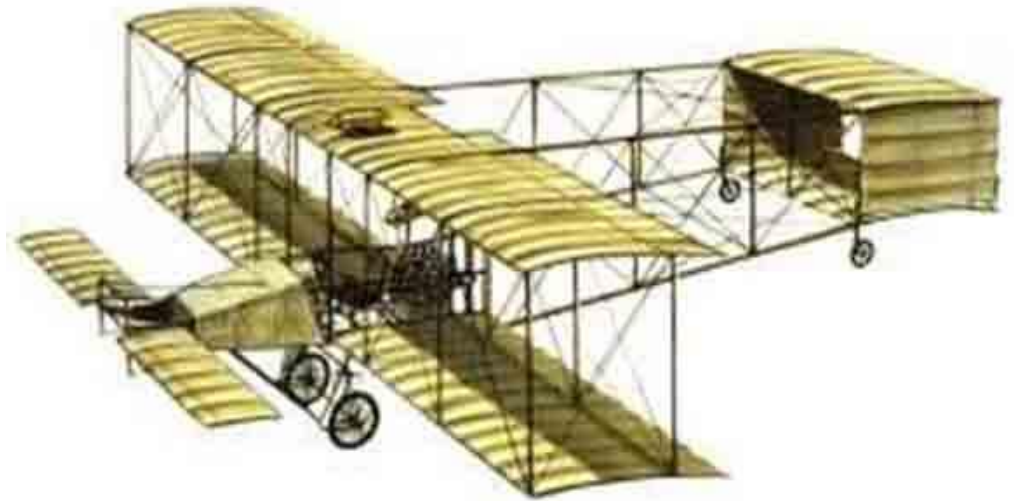




Для сложных машин такой принцип нерационален, так как в момент отказа возможно дополнительное повреждение ее деталей. В результате объем и стоимость ремонтных работ возрастает, а качество ремонта может и снизиться.



Для летательных аппаратов этот принцип вообще неприемлем. Отказ летательного аппарата происходит во время его использования по назначению, то есть во время полета. Такие отказы чаще всего заканчиваются катастрофой.



# Системы ремонта

Согласно ГОСТ 18322-78

## **система технического обслуживания и ремонта**

представляет собой совокупность взаимосвязанных

- *средств,*
- *документации* технического обслуживания и ремонта и
- *специалистов-исполнителей,*

необходимых для поддержания и восстановления качества изделий, входящих в эту систему.

Под **системой** **ремонта** понимается последовательность и периодичность текущих, средних и капитальных ремонтов.



**Последовательность капитальных или средних ремонтов (система ремонтов) оказывает существенное влияние на**

- **стоимость ремонтов  $C_i$ ,**
- **на календарное время пребывания ЛА (или его агрегатов) в ремонте,**
- **на общую организацию отхода авиатехники в ремонт и**
- **на готовность ЛА к выполнению перевозок.**

**Система ремонтов в основном определяет подход к планированию проведения ремонтных работ.**

**В настоящее время практическое применение находят две системы:**

- **неплановых** (вынужденных) ремонтов, когда ремонты не планируются заранее, а производятся по необходимости ( в случае отказа оборудования);
- **планово-предупредительных ремонтов**, когда профилактические мероприятия (осмотры, технические обслуживания и ремонты) планируются календарно или по наработке.

Достижение конечной цели технического обслуживания и ремонта – исправное состояние техники – должно сопровождаться минимальными экономическими потерями за счет простоев машин и стоимости работ по техническому обслуживанию и ремонту:

$$S_{\Sigma}(T) = \text{функция}(S_{\text{пр+ТО}}(T) + S_{\text{рем}}(T)),$$

где

$S_{\text{пр+ТО}}(T)$  – экономические потери за счет простоев машин и стоимость работ по техническому обслуживанию;

$S_{\text{рем}}(T)$  – стоимость работ по ремонту

При этом следует учитывать, что важнейшим фактором, непосредственно влияющим на суммарные затраты по техническому обслуживанию и ремонту, является соотношение между ними.

Если сокращать время между очередными работами по уходу за машиной, то есть **плановый период профилактики  $T_{пл}$** , а также одновременно увеличивать ее объем, то возрастут эксплуатационные расходы за счет стоимости профилактики и потери за счет простоев машины ( $S_{пр+ТО}$ ).

С другой стороны, при более тщательном уходе увеличиваются межремонтные сроки и снижается **себестоимость ремонтов  $S_{рем}$** . При этом суммарные расходы на ремонт сократятся.

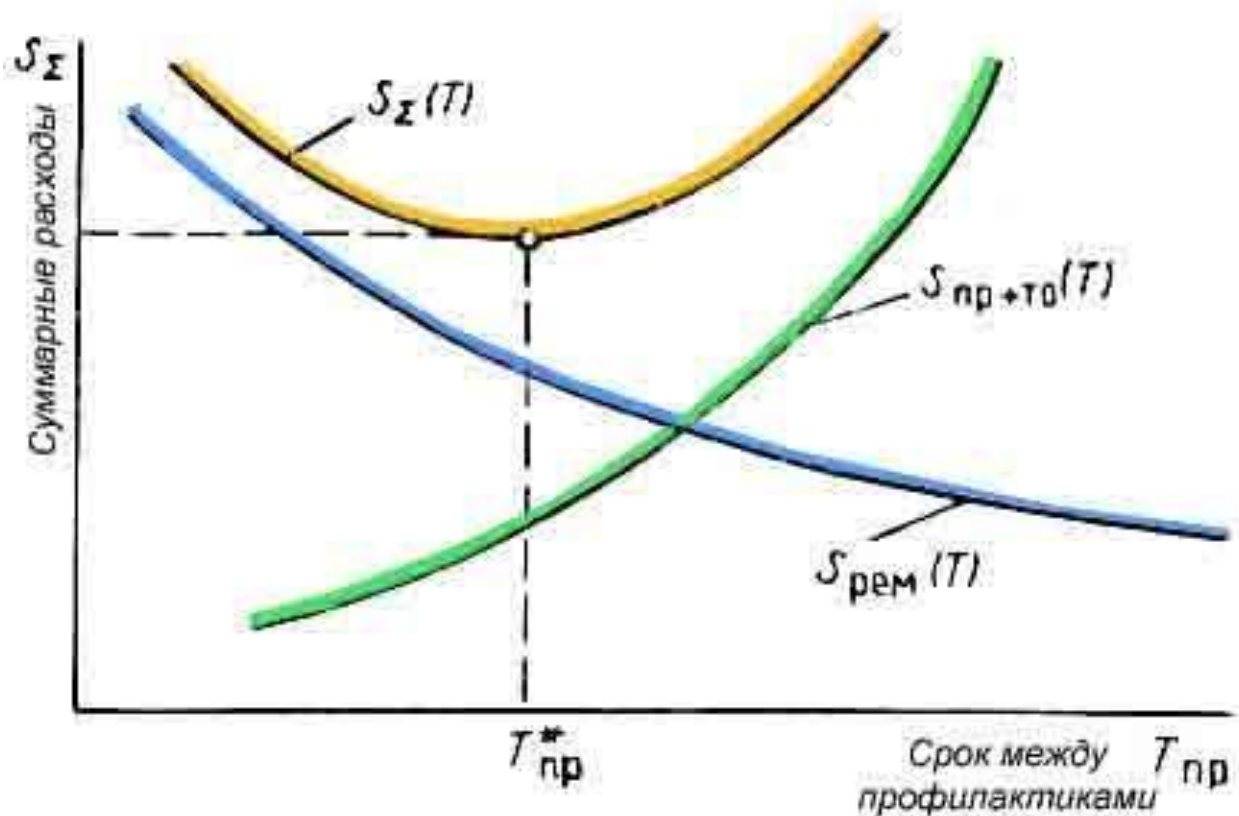


Рис. Зависимость суммарных эксплуатационных расходов  $S_{\Sigma}(T)$  от срока между профилактиками  $T_{\text{пл}}$

Это значит, что существует наиболее выгодный (с точки зрения суммарных затрат на эксплуатацию машины) плановый период между профилактическими работами (рис.).

Система технического обслуживания и ремонта в разных авиационных компаниях неодинакова.

Система технического обслуживания и ремонта зависит от:

1. заданного **налета** на летательный аппарат;
2. **количества** летательных аппаратов в авиационной компании;
3. **маршрутов** полетов;
4. **сезонности** перевозок;
5. технических **возможностей** компаний.

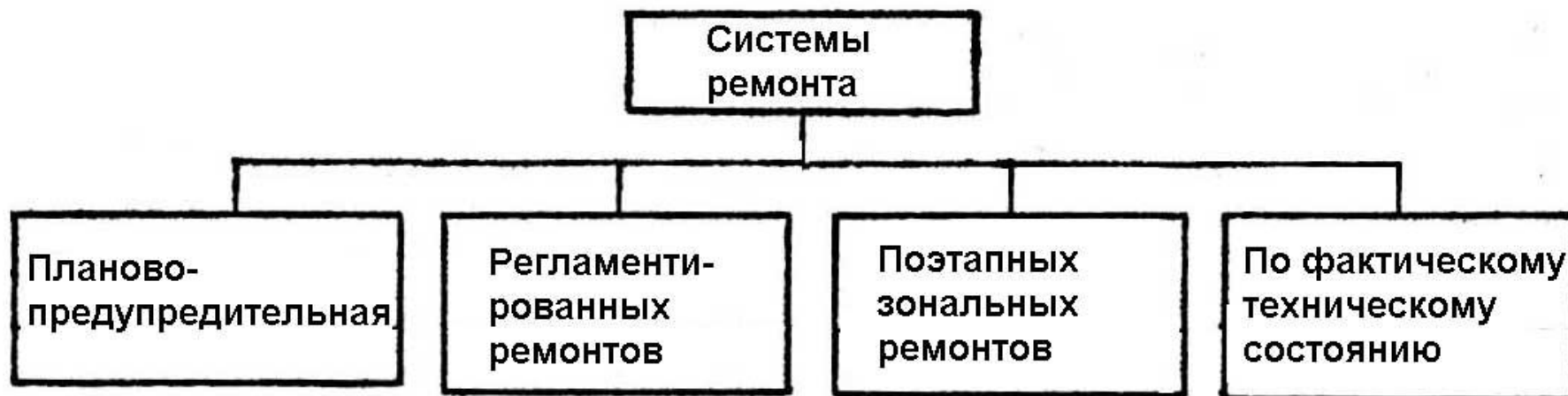
Любая система ремонта, при которой реализуется принцип ремонта после выработки фиксированного ресурса, называется **планово-предупредительной**.

**Плановой** она называется потому, что все ремонтные работы выполняются в соответствии с заранее разработанным планом, включающим учет наработки каждого летательного аппарата и каждого авиационного двигателя.

Название **предупредительный** исходит из цели системы: не допустить (предупредить) возникновение отказов летательных аппаратов и авиационных двигателей.

Планово-предупредительный ремонт (ППР) ставит своей целью полное исключение **неплановых простоев** оборудования в ремонте.





В гражданской авиации Российской Федерации и на зарубежных авиатранспортных предприятиях применяются следующие системы капитальных ремонтов:

- планово-предупредительная;
- поэтапных регламентов дифференцированных ремонтов;
- поэтапных зональных ремонтов;
- ремонта по фактическому техническому состоянию.



До второй мировой войны (до 1 сентября 1939 года) в авиационных компаниях США основным типом самолета был DC-3. В это время применялся метод отдельного технического обслуживания и ремонта. Техническое обслуживание летательного аппарата заключалось в проведении ежедневных и несложных периодических видов регламента, назначенных через определенные календарные промежутки времени.

**Капитальный ремонт выполнялся за один прием.** При этом летательный аппарат подвергался полной разборке, дефектации, а затем ремонту. После выполнения этого комплекса работ летательный аппарат эксплуатировался до следующего капитального ремонта без выполнения на нем каких-либо сложных ремонтных операций при проведении технического обслуживания.

Рис. Самолет DC-3

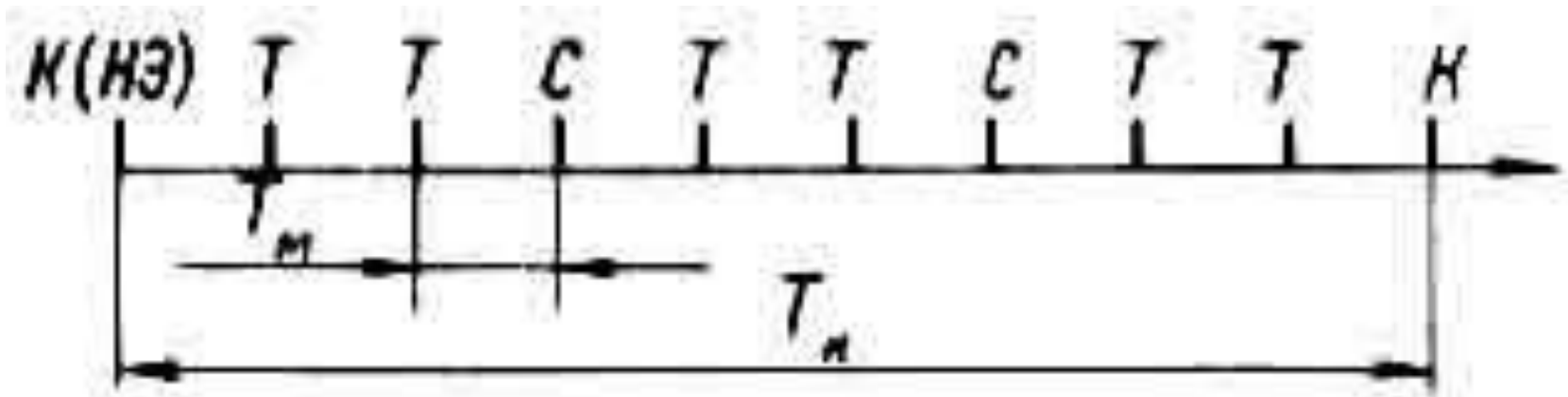


Рис. Типовая структура ремонтного цикла:

НЭ – начало эксплуатации; Т – текущий ремонт; С – средний ремонт;  $T_m$  – межремонтный период;  $T_k$  – технический ресурс

Основной характеристикой системы ППР является структура ремонтного цикла, которая определяет перечень и последовательность выполнения ремонтных работ. Для наглядности эту структуру принято изображать в виде графика. (рис.).

Наработка (время эксплуатации) между двумя соседними ремонтами называется **межремонтным периодом** –  $T_{\text{M}}$ , а за ремонтный цикл – **техническим ресурсом** –  $T_{\text{K}}$ .

Часть технического ресурса, когда все конструктивные и производственные неисправности устраняются за счет завода-изготовителя, называется **гарантийным ресурсом**.

Величина технического ресурса определяется сроком службы тех основных деталей и простых узлов, замена или ремонт которых возможен только после полной разборки агрегата.

При такой планово-предупредительной системе ремонта межремонтный ресурс определялся по ресурсу наиболее слабых узлов, что приводило к существенному занижению межремонтных ресурсов и **большим затратам** на **излишнюю разборку самолета и на ремонт узлов, агрегатов и устройств, не использовавших полностью своих технических возможностей.**

Однако, при ремонте по принципу фиксированных ресурсов наиболее просто планируется их выработка и обеспечивается

1. **равномерная загрузка ремонтных предприятий** ремфондом. Ремонтные предприятия заблаговременно знают, когда и в каком количестве будут получать ремфонд. Прогнозируя отбраковку деталей в этом случае, можно обеспечить
2. **ритмичность работы предприятия**, что благоприятно сказывается на качестве, сокращении циклов ремонта.
3. **Пребывание в ремонте сокращается** также из-за отсутствия **очереди ожидания ремонта**.

Эксплуатирующие самолеты организации стали **требовать** от их создателей, конструкторов и производителей, проведения работ по **увеличению ресурса самолетов**.

При этом основное внимание было уделено

- ✓ выявлению слабых мест конструкций самолетов,
- ✓ усилению их и
- ✓ разработке технологии устранения дефектов в процессе эксплуатации.

Были введены повышенные формы технического обслуживания через 2,5...3 тыс. ч налета.

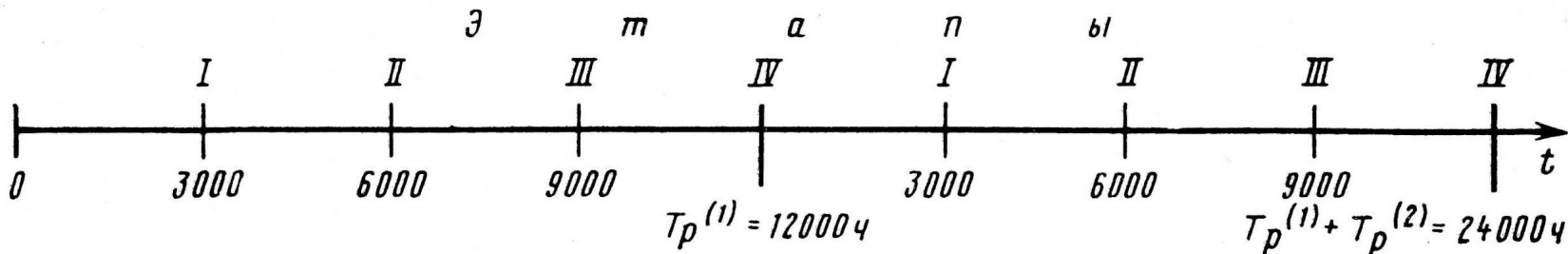


Рис. Распределение этапов регламентивно-дифференцированных ремонтов



Рис. Самолет Констеллейшн



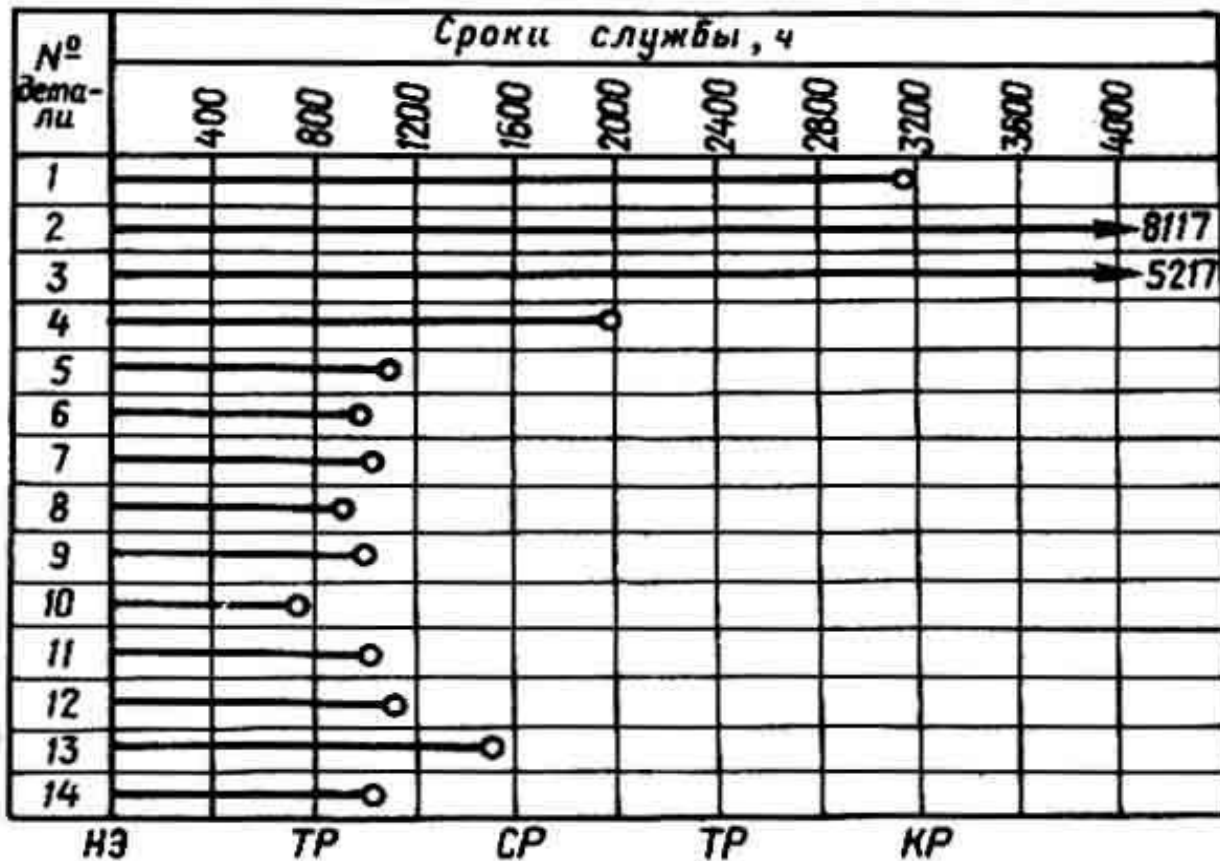
Рис. Самолет Дс-6

После второй мировой войны с внедрением в эксплуатацию в США таких самолетов, как Констеллейшн, Дс-6, Дс-7 и др. метод выполнения капитального ремонта летательных аппаратов за один прием большинством авиационных компаний заменяется поэтапным методом, известным под названием «прогрессивный ремонт». С внедрением в эксплуатацию ЛА с ГТД методы поэтапного ремонта применяют почти все крупные авиационные



Регламентированно-дифференцированная система ТОиР основана на двух принципах:

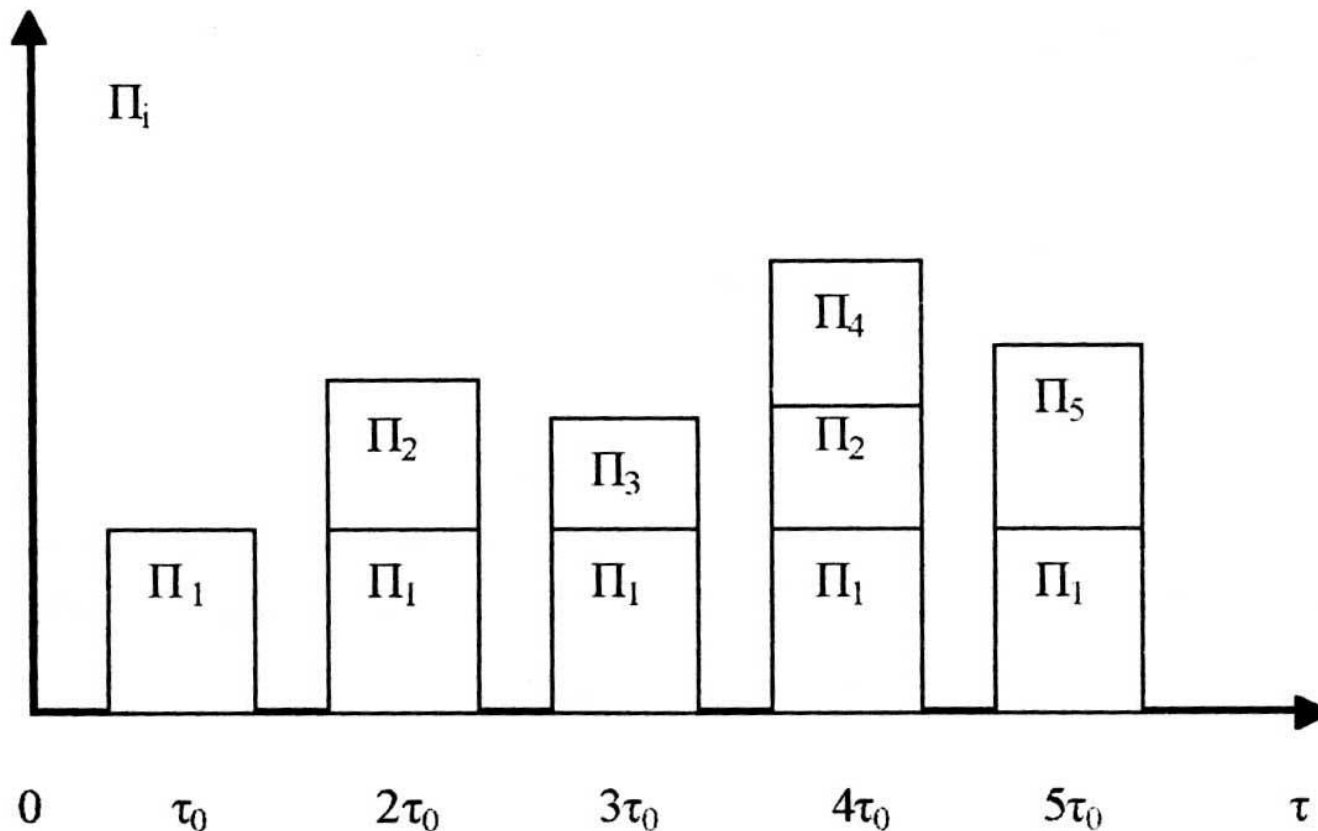
1. Принцип **регламентации** – распространяется на *периодичность выполнения* периодических форм ТО и ремонтных форм, и подразумевает установление единой для всего парка воздушных судов периодичности ТОиР.
2. Принцип **дифференциации** – распространяется на *объемы работ*, выполняемых при ТОиР, и подразумевает установление единых для всего парка воздушных судов, но *переменных* в зависимости от наработки объекта, объемов работ при ТОиР.



При построении структуры ремонтного цикла обычно исходят из того, что все детали любого агрегата могут быть разделены на группы с примерно одинаковыми сроками службы.

**Рис. График сроков службы основных деталей и узлов компрессора:**

1, 2, 3, 4 – цилиндры I, II, III, IV ступеней компрессора соответственно; 5 – поршневые кольца I и II ступеней; 6 – поршневые кольца III ступени; 7 – поршневые кольца IV ступени; 8 – тарельчатые клапаны; 9 – предохранительные клапаны; 10 – вентили воздушной системы; 11 – вкладыши шатунов; 12 – втулки верхней головки шатуна; 13 – поршневые пальцы; 14 – дроссельный вентиль



**Рис. Характер изменения объема работ при реализации системы поэтапных регламентированно-дифференцированных ремонтов в зависимости от наработки воздушного судна:**

- П1 – перечень и объем работ, повторяющихся после через наработку  $\tau_0$ ;
- П2 – перечень и объем работ, повторяющихся после через наработку  $2\tau_0$ ;
- П3 – перечень и объем работ, повторяющихся после через наработку  $3\tau_0$ ;
- П4 – перечень и объем работ, повторяющихся после через наработку  $4\tau_0$ ;
- П5 – перечень и объем работ, повторяющихся после через наработку  $5\tau_0$

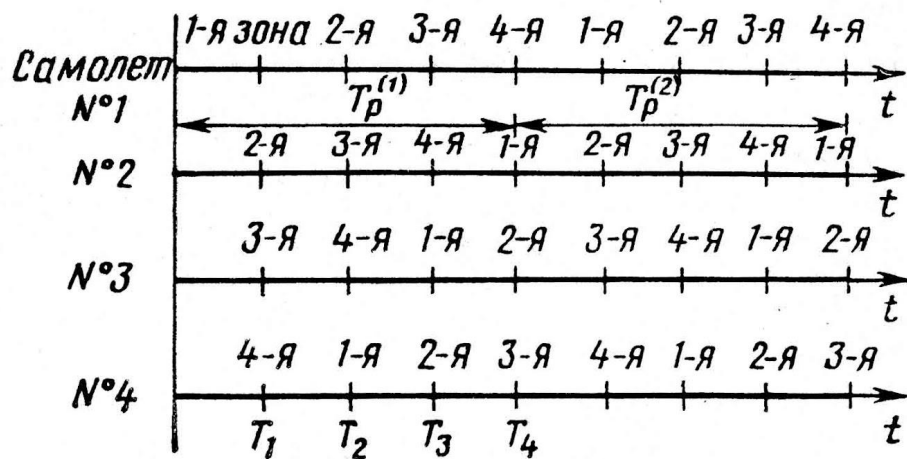
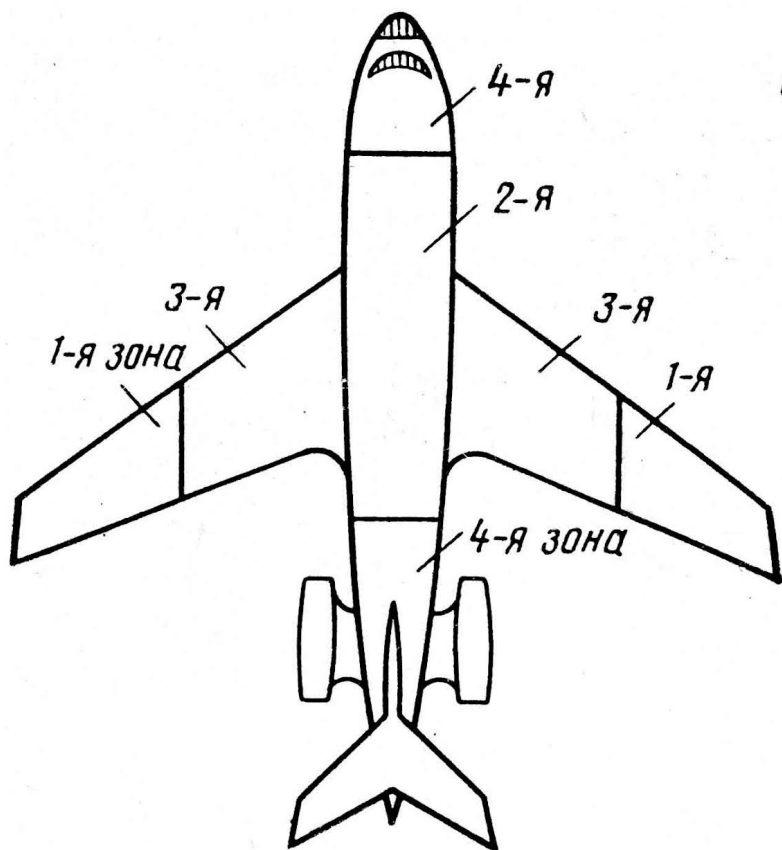


Рис. Принципиальная схема расположения ремонтных зон самолета и схема поэтапного ремонта четырех аналогичных машин

При системе **поэтапных зональных капитальных ремонтов** общий объем капитального ремонта разбивается на несколько этапов – средних ремонтов.

На каждом этапе выполняется ремонт одной из зон. Последовательно от Так, для самолета №1 ремонт ведется от зоны 1-й на первом этапе до зоны 4-й на последнем. Для самолета №2 избрана последовательность зон 2, 3, 4, 1-я и т. д.

Преимущества системы **поэтапных зональных капитальных ремонтов** в том, что данная зона (например, зона 1-я на рис.) ремонтируется при различных наработках ( $T_1, T_2, T_3, T_4$ ) и, следовательно, имеется возможность наблюдать состояние частей этой зоны по мере увеличения наработки. Это позволяет в короткое время изучить закономерности появления и развития неисправностей и на их основе оперативно уточнить межремонтные ресурсы  $T_r$ . Система зональных ремонтов обеспечивает возможность более раннего выявления дефектов по сравнению с планово-предупредительной.

Так же как и при системе регламентированно-дифференцированных ремонтов, имеется возможность совмещения некоторых форм периодического технического обслуживания с ремонтами и тем самым сокращения простоев ЛА.

Перспективы дальнейшего  
увеличения ресурсов самолетов,  
двигателей и другой авиационной  
техники поставили вопрос о  
возможности создания таких  
образцов техники, которые  
не требовали бы капитального  
ремонта.

Наиболее рационально эксплуатацию каждого экземпляра машины, в том числе летательного аппарата, доводить до **предельно допустимого состояния**. Под этим (предельно допустимым) состоянием понимается такое, при котором изделие еще достаточно надежно выполняет свои служебные функции. Переход за это состояние, то есть продление эксплуатации, может привести к отказу.

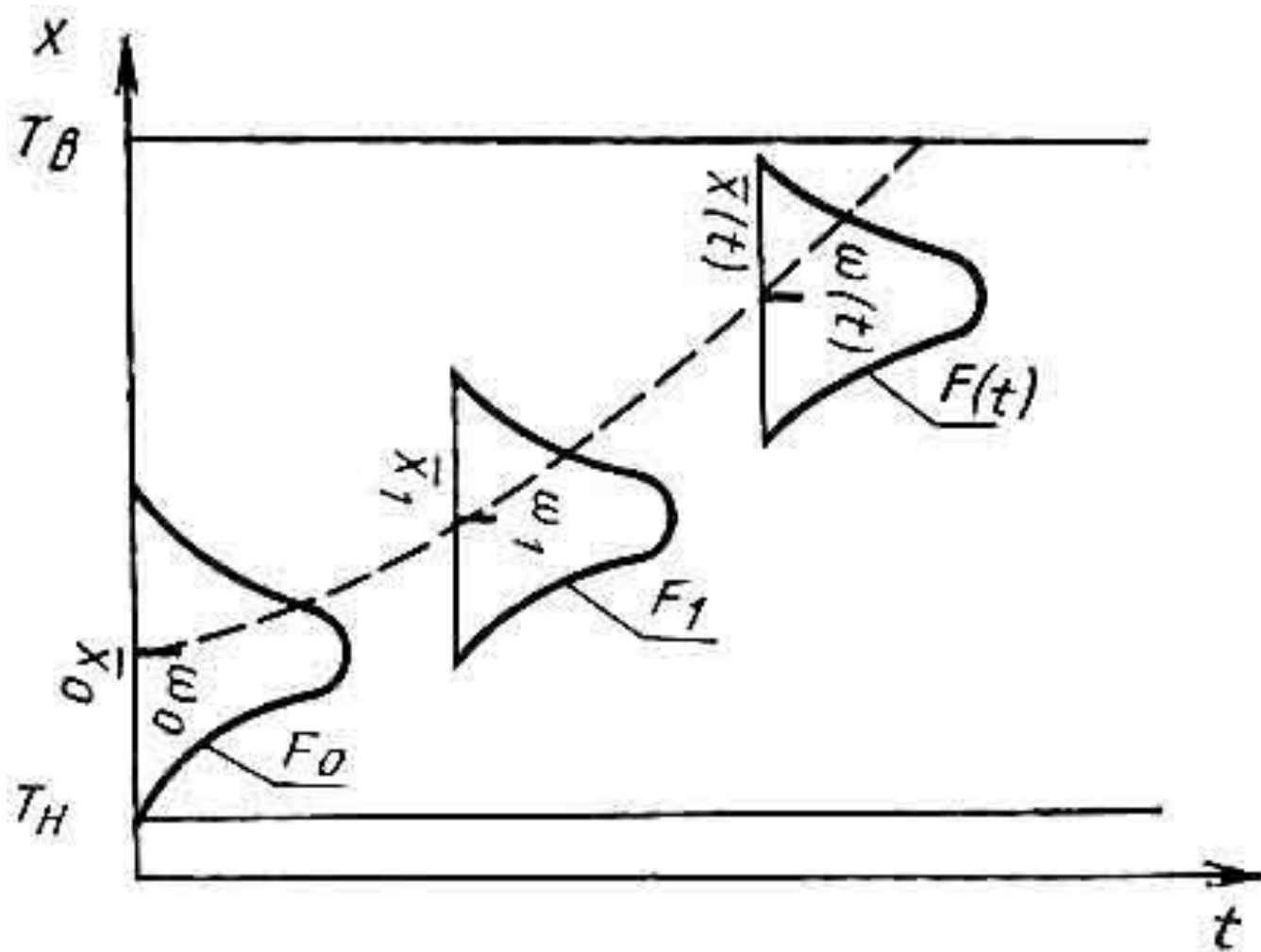


Рис. Изменение центра распределения и поля рассеяния из-за износа режущего инструмента



Система ремонта по фактическому техническому состоянию предполагает подробное планирование только необходимого объема ТО, а ремонтные работы ведутся по мере необходимости достижения объектом предельного состояния.

Оно - **предельное состояние** - характеризуется

- либо определенным уровнем **неисправности**,
- либо достижением состояния, предшествующего частичной **утрате работоспособности**.

Контроль исправности оборудования ведется оперативным производственным персоналом.

Доведя эксплуатацию каждого летательного аппарата и авиационного двигателя до положения **предотказного состояния**,

**можно было бы** значительно повысить эффективность использования парка летательных аппаратов гражданской авиации.

Реализация принципа ремонта по предельно допустимому техническому состоянию возможна только тогда, когда разработаны надежные методы *определения* технического состояния машины в целом.

Однако в настоящее время

1. нет надежных методов определения предельно допустимого их состояния, а
2. сами летательные аппараты (авиационные двигатели) не приспособлены к такому контролю.

Сложность конструкции летательного аппарата и его агрегатов приводит к необходимости ограничения набора агрегатов и их частей, подлежащих ремонту по техническому состоянию.

Для реализации эксплуатации не по фиксированному ресурсу, а по техническому состоянию необходимы **дополнительные эксплуатационные трудовые затраты на периодический контроль** с целью своевременного определения состояния изделия.

Одновременно эксплуатирующие предприятия должны быть **обеспечены соответствующими запасными частями и ремонтным оборудованием**, позволяющим быстро и надежно заменять поврежденные изделия. В противном случае, эксплуатация агрегатов дл предельного состояния может привести к нарушениям регулярности полетов.

Возможность использования системы капитальных ремонтов по фактическому техническому состоянию должна быть заложена в процессе конструирования и изготовления машины.

На этапах конструирования и изготовления машины должны быть заложены следующие свойства этой машины:

- ❖ высокая **живучесть** частей машины;
- ❖ высокая **контролепригодность** частей машины;
- ❖ **легкость** частей машины;
- ❖ **взаимозаменяемость** частей машины.

Обязательными являются следующие условия:

- ❖ возможность обнаружения появившейся неисправности (трещины) или отказа во время периодического технического обслуживания летательного аппарата;
- ❖ обеспечение такой скорости распространения разрушения, при которой за период между двумя обслуживаниями конструкция или система не будут ослаблены до такой степени, чтобы быть разрушенными (отказавшими) в полете; более того, конструкция и система обладают **свойством «подождать»**, то есть продолжать функционировать еще некоторое время, если даже появился какой-либо дефект.



Повышение работоспособности, **увеличения ресурса самолетов** достигается рядом мероприятий:

1. Изучением характера износа и поломок (переводить их в разряд **констролепригодных**) и доработкой конструкции с целью устранения или ограничения возможности их появления (повышать ее **живучесть**); особенно это относится к дорогостоящим узлам;
2. Обеспечением **хорошего доступа** к элементам неразъемной части конструкции( обеспечение высокой **контролепригодности**) ; это позволяет производить их дефектацию и ремонт, а также работы по уходу при техническом обслуживании;
3. Рациональной группировкой агрегатов и оборудования в отсеках (обеспечение **хорошего доступа** ) и внедрением быстродействующих разъемов коммуникаций (делать **легкоъемными**);
4. Выполнением изнашивающихся узлов и деталей **легкоъемными** с целью обеспечения возможности их замены;
5. Подбором жесткости и прочности примыкающих друг к другу деталей с целью локализации ударных нагрузок;
6. Внедрением панельного крепления декоративной и утеплительной обшивок кабин (**легкоъемными** и **взаимозаменяемыми**), а также применением легкомоющихся синтетических материалов.

Высокая *живучесть* означает, что дефекты и вызываемые ими неисправности весьма медленно развиваются, и поэтому имеется достаточное время для их выявления прежде, чем наступит отказ.

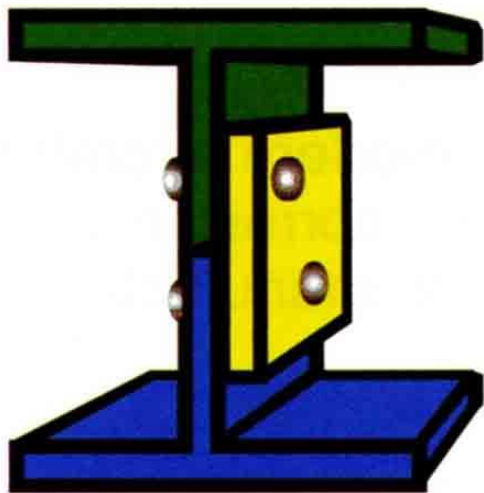
В этой связи усилия ученых и инженеров направлены на создание:

- 1) соответствующих свойств собственно конструкций (свойства конструкционных материалов, методы обработки, формы без концентраторов напряжений, создание конструкций с несколькими путями передачи нагрузок и т. д.);
- 2) методов (приборов и методик) неразрушающего контроля (односторонний доступ к объектам контроля, портативность, безопасность для контролеров, высокая разрешающая способность, помехозащищенность, малое энергопотребление и т. д.).

Конструкции современных летательных аппаратов создаются с широким использованием принципа «безопасного разрушения» (*fail-safe structures*) и обладают высокой эксплуатационной технологичностью.

Трещины и коррозия обнаруживаются на ранних стадиях благодаря новым методам неразрушающего контроля. Это дает возможность локализовать пораженные участки, а не производить замену дорогостоящих узлов. Данная работа выполняется бригадами высококлассных специалистов с учетом индивидуальных особенностей самолетов.

## **Конструкции с несколькими путями передачи нагрузок**



**Fail-Safe Spar**

**Рис. Лонжерон конструкции**

Для того чтобы получить конструкцию, способную иметь повреждения, не нарушающие ее безопасность, необходимо, чтобы полную нагрузку воспринимал не единственный элемент.

Нагрузка в этом случае перераспределяется между несколькими компонентами, то есть таким образом, что существует несколько каналов восприятия эксплуатационной нагрузки.

Такое резервирование элементов позволяет конструкции продолжать работать нормально вплоть до предела статической прочности в течение некоторого ограниченного периода времени.

Повреждение (например, трещину) необходимо обнаружить до или во время следующего периодического технического обслуживания в соответствии установленным конструктором-разработчиком порядком.

На рис. выше показан лонжерон такой конструкции fail-safe – безопасного разрушения, - изготовленный из нескольких составных элементов так, что, если один из их состава будет разрушен, другие еще будут работать, то есть выдерживать эксплуатационные нагрузки.

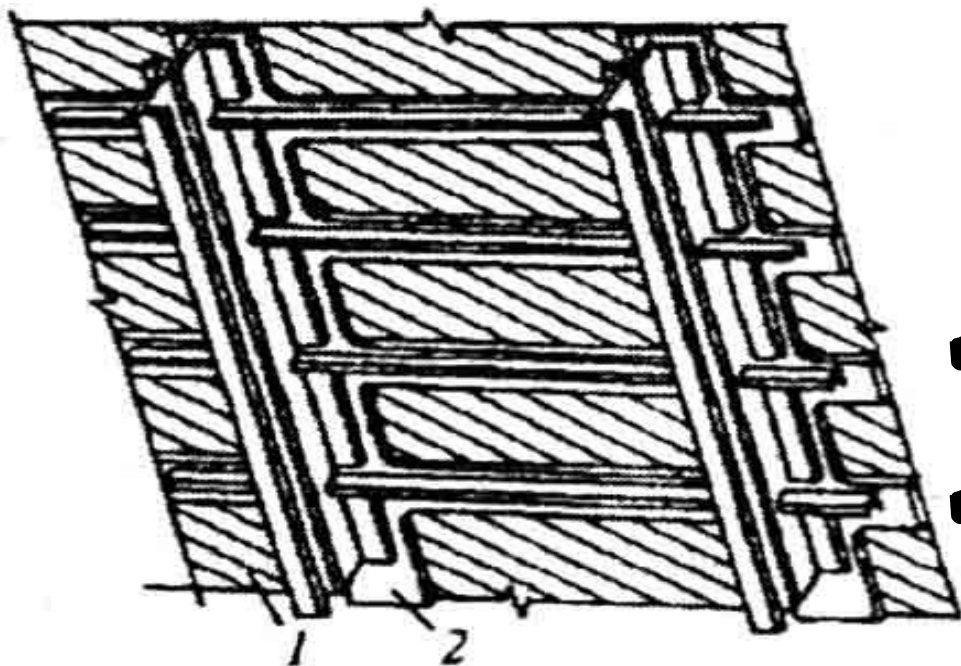


Рис. 41. Типовая панель обшивки с дублером-решеткой (вид изнутри кабины):  
1 – обшивка; 2 – дублер-решетка

Ученым и инженерам необходимо создать соответствующую научно-техническую базу знаний

- ✓ о **трещиностойкости** авиационных конструкций
- ✓ о влиянии окружающей среды на деградацию конструкционных материалов,
- ✓ о ВОЗМОЖНОСТЯХ использования неразрушающих средств контроля и т.д.

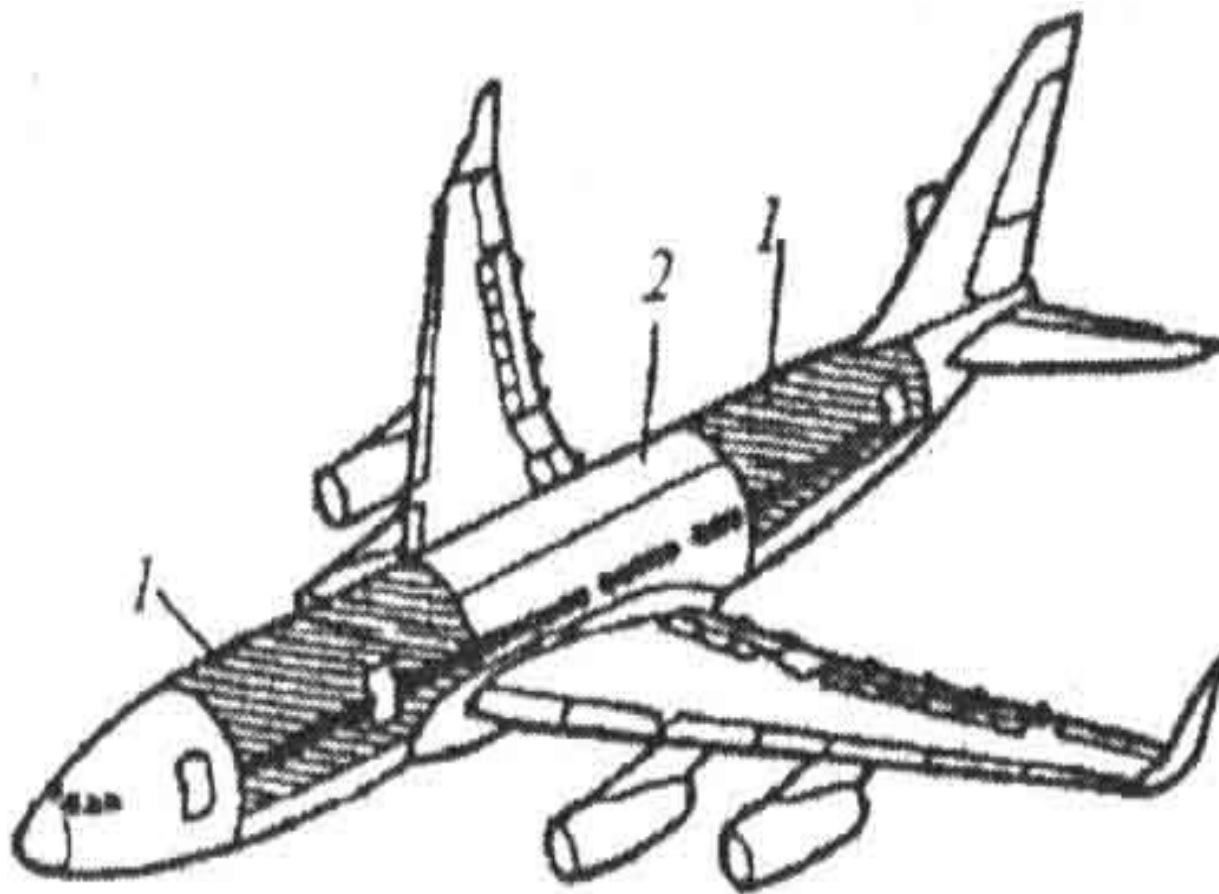


Рис. 40. Зоны применения на фюзеляже:  
1 – слоистых оболочек; 2 – фрезерованных панелей

Высокая **контролепригодность** машины означает, что все ее части могут быть без общего демонтажа машины подвергнуты диагностированию для выявления их технического состояния.



Специализированный прибор «Дами» для обнаружения и графической визуализации с определением характера дефектов в композитных материалах и сотовых конструкциях реализует импедансный, вихретоковый и ударный методы контроля.

Рис. Прибор «Дами»

Фирмой «АНТНОВ» *разработаны вихретоковые дефектоскопы, которые позволяют выявлять усталостные трещины в зоне галтельных переходов, болтовых соединений и заклепок.*

*(разработаны и внедрены оригинальные технологии селективной вихретоковой дефектоскопии).*

Приборы включены в Государственный реестр и внесены в регламент по техническому обслуживанию самолетов.



Для высокой *контролепригодности* машина должна

- иметь встроенные диагностические датчики,
- снабжена приборами для контроля ее частей.

Например, авиадвигатель должен иметь окна для контроля состояния роторов и статоров компрессора и турбины, датчики для контроля состояния подшипников и т. д.

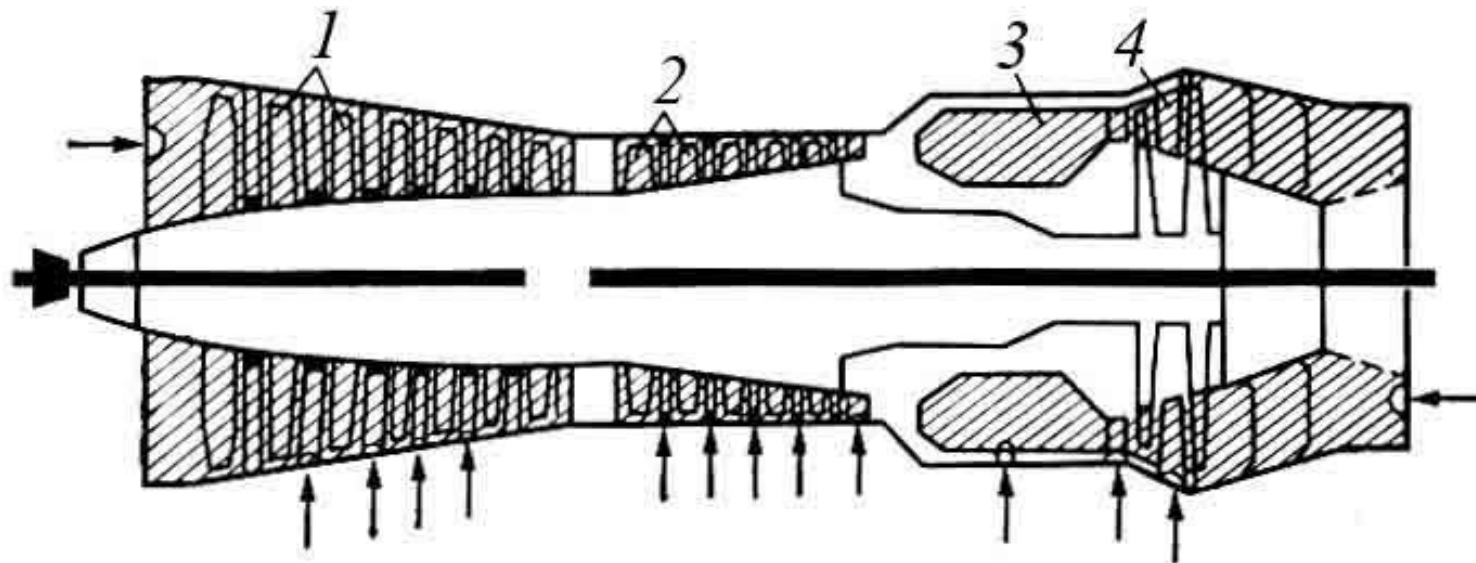


Рис. Конструктивное обеспечение возможности визуального контроля внутренних элементов ГТД:

1 – лопатки КНД; 2 – лопатки КВД; 3 – камера сгорания; 4 - турбина

Примером конструктивного обеспечения контролепригодности может служить выполнение лючков на корпусах ГТД для визуального контроля состояния его проточной части (рис.). Стрелками на нем показаны места введения эндоскопов или бороскопов и заштрихованы элементы конструкции ГТД, доступные для визуального контроля.



Рис. **Бороскоп**



Рис. **Бороскопы и эндоскопы**



Рис. Двигатель ПС-90А; обгорание кромок секции, прогар секции, трещина

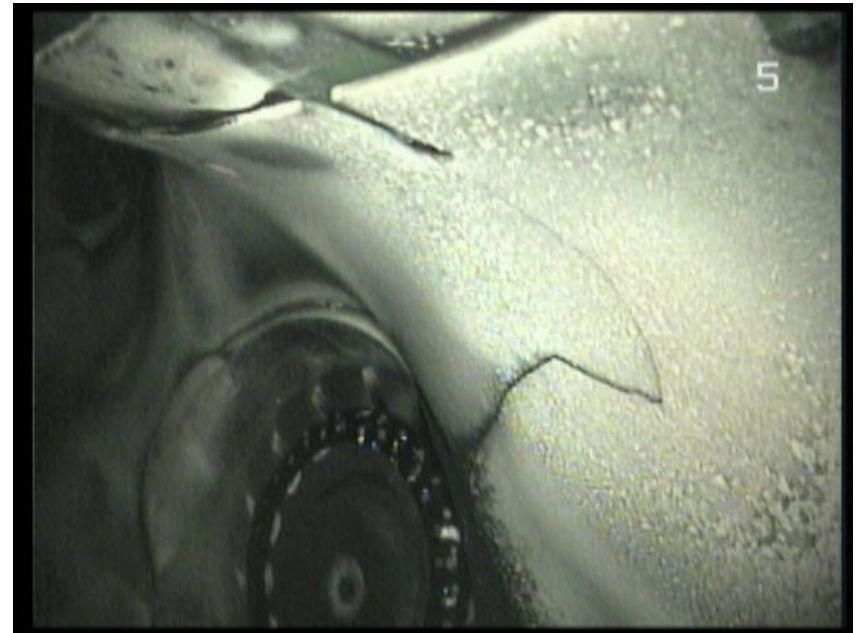


Рис. Двигатель ТВ2-117: трещина внутреннего обтекателя от форсунки №3 с выходом к компенсационной просечке. Недопустимое тепловое повреждение

Примеры возможностей визуального контроля с помощью современных бороскопов и эндоскопов.

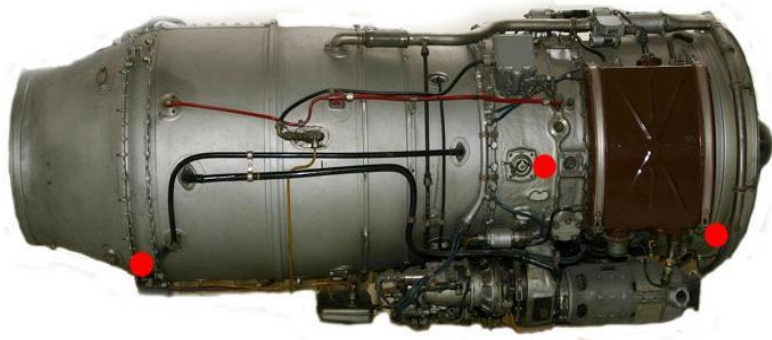


Рис. **Исследуемые области двигателя**

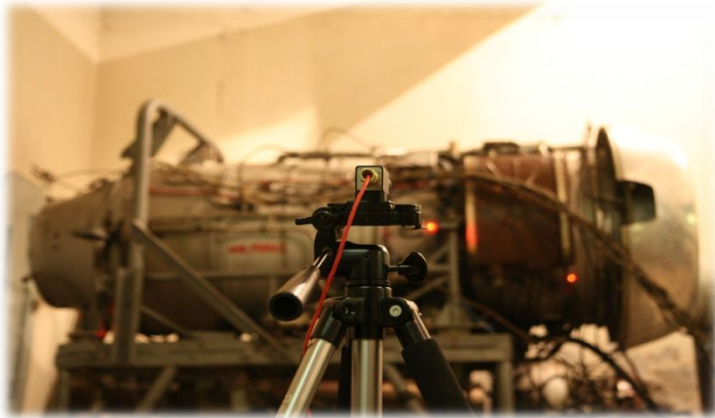


Рис. **Лазер, направленный на объект контроля**



Рис. **Лазерный вибропреобразователь типа LV-2 разработки ООО «Лазерная техника»**

Зная кинематическую схему АД можно рассчитать спектральный состав вибрации нормально функционирующего агрегата и, оценивая его изменение, делать вывод о причинах повышенной вибрации и степени развития дефекта.

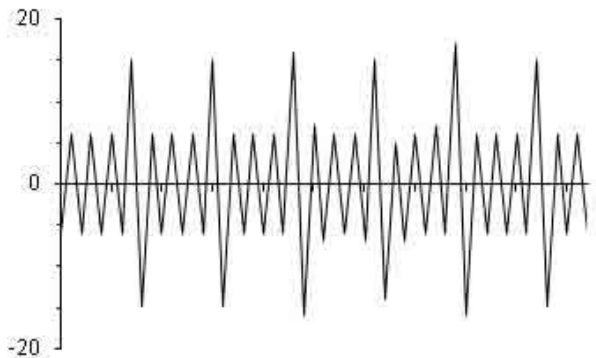


Рис. Временной сигнал  
вибрации подшипника с  
дефектом

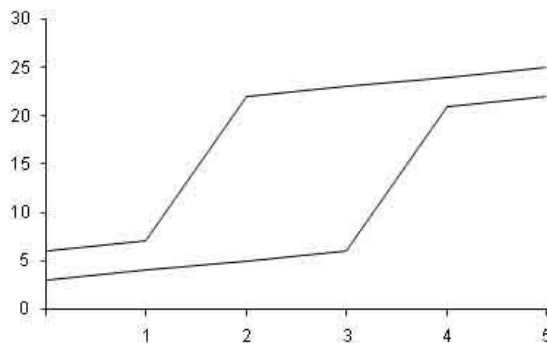


Рис. Этапы  
развития  
дефектов  
подшипника

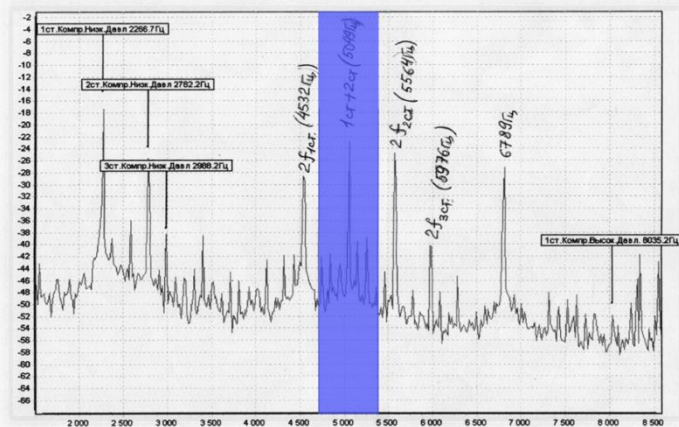


Рис. Выделение полосы  
информативных частот

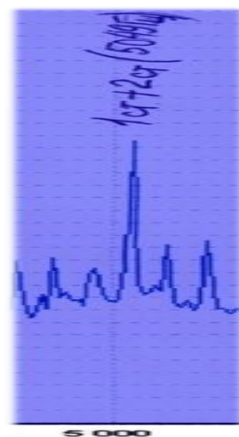


Рис. Полоса  
информативных  
частот

Нормативы (эталоны) определяют экспериментально, путем искусственного внедрения дефектов или путем накопления и статистической обработки результатов эксплуатационных наблюдений.

К настоящему времени во всём мире накоплен столь большой **опыт по виброизмерениям роторных механизмов**, что он уже давно материализовался в виде обширного класса разнообразных ГОСТов, норм, рекомендаций и т. д.



В самолете Boeing 787 реализован непрерывный мониторинг 65 000 параметров, а вообще бортовая система HMS (Health Management System) способна работать с 120 000 параметров.

Система проводит сравнение текущего состояния ВС с заложенной в нее идеальной моделью функционирования самолета и ищет критические отклонения. Критические предупреждения в полете выводятся на дисплей пилотам и направляются инженерным службам, так что они могут подготовить необходимые действия в пункте прибытия ВС.



На самолете Boeing 787 композитный киль крепится к хвостовой части фюзеляжа с помощью специальных **болтов**. **Инструменты**, применяемые на сборочном заводе для закручивания этих болтов слишком велики для использования в условиях эксплуатации ВС. Однако встроенные **в болты сенсоры** позволяют проконтролировать силу их затяжки с помощью **измерителя, помещающегося на ладони**. При подключении **сенсоров** к **HMS** станет возможной дистанционная проверка крутящего момента, который держит эти болты.





Компания Lufthansa Technic разработала **онлайнную систему мониторинга параметров шасси**. Как говорят в компании, ее внедрение не только повысит надежность шасси, но и сделает устаревшими многие существующие сейчас процедуры проверки.

*Легкосъемность частей* позволяет производить их замену без общего демонтажа машины.

Например, при блочной конструкции авиадвигателя возможна замена компрессора без общей разборки всего двигателя.



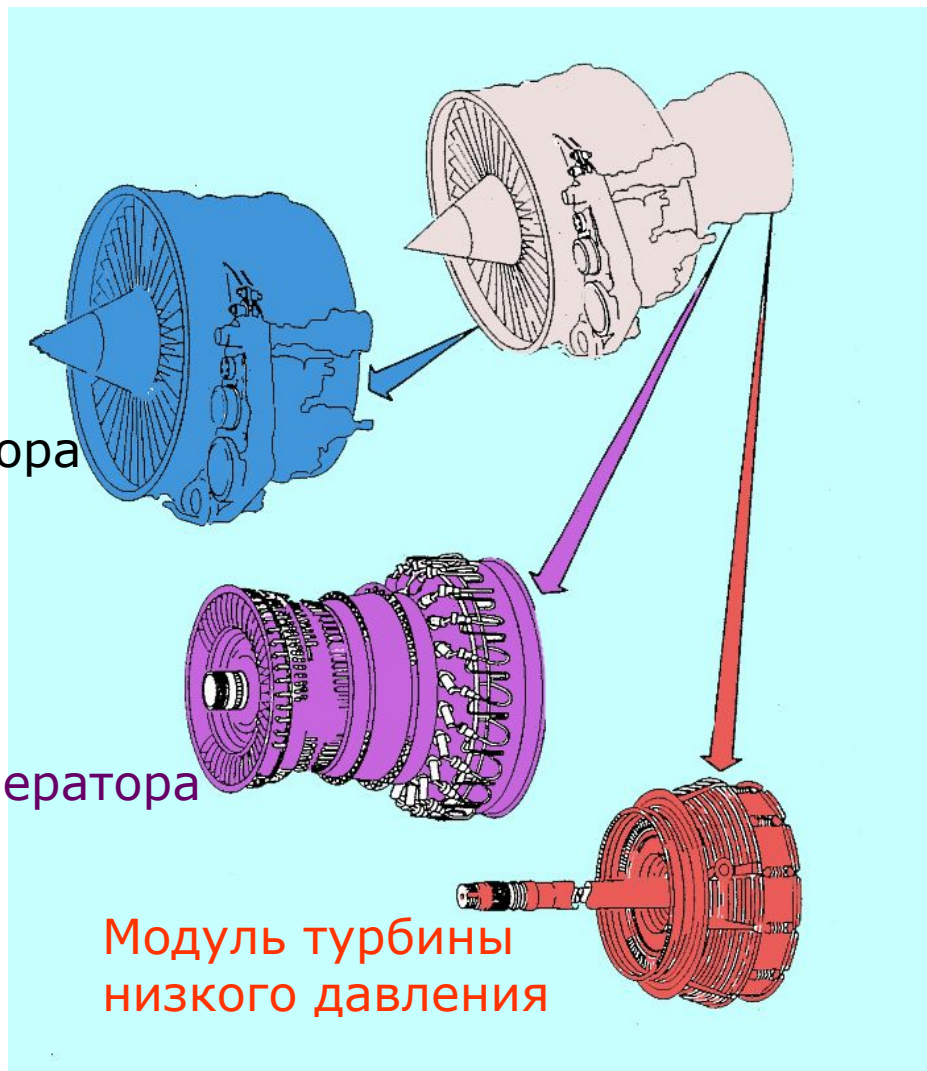
**Легкий доступ с земли к двигателю  
CFM56-3**

# Модули двигателя CFM56-3

Модуль  
вентилятора

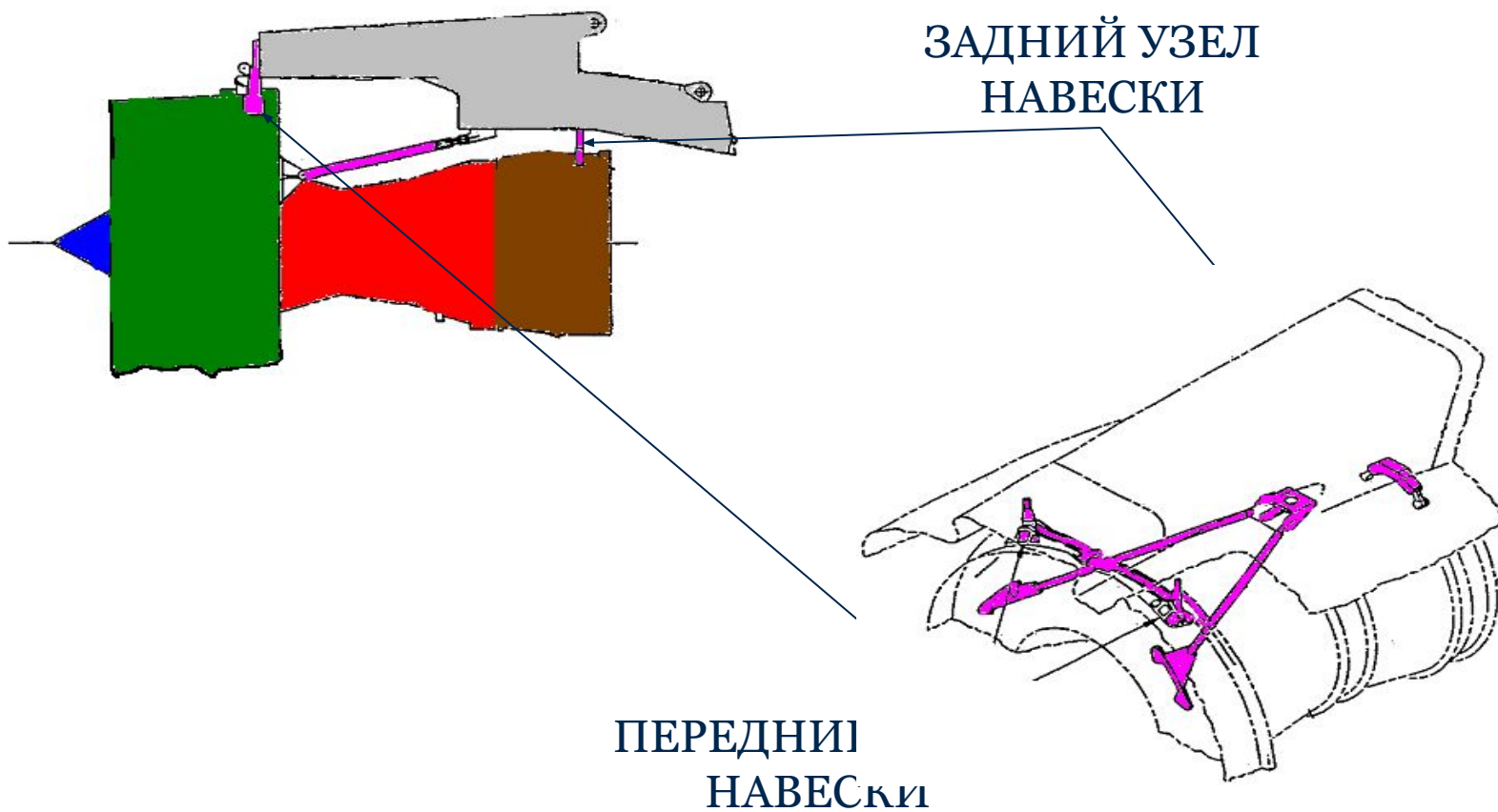
Модуль  
газогенератора

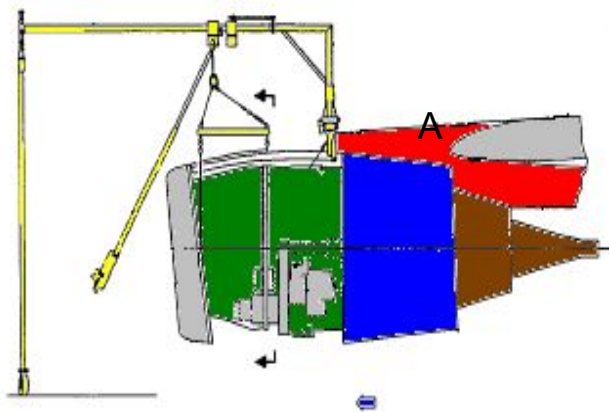
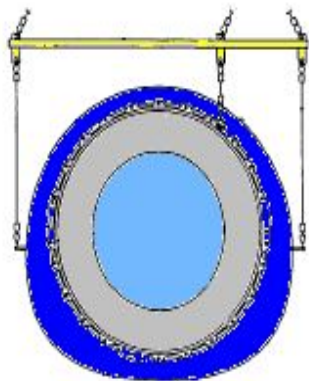
Модуль турбины  
низкого давления



# ЛЕВЫЙ И ПРАВЫЙ

## УЗЛЫ НАВЕСКИ ДЛЯ БЫСТРОЙ СМЕНЫ ДВИГАТЕЛЯ





A

Н.П.

**легкая замена  
двигателя  
CFM56-3**

## ***Взаимозаменяемость частей***

обеспечивает их замену без подбора и подгонки.

Переход на методы ТОиР летательных аппаратов тесно связан с развитием и совершенствованием их конструкции. Эти методы закладываются при проектировании летательных аппаратов и совершенствуются впоследствии авиационными компаниями с участием фирм-изготовителей.

**Использованная литература:**

1. *Авчинников Б. Е. Принципы и системы ремонта авиационной техники:/Учебное пособие для вузов ГА/. – М.: МИИГА, 1988. – 84 с.*
2. *Ремонт летательных аппаратов: Учебник для вузов гражданской авиации. А. Я. Алябьев, Ю. М. Болдырев, В. В. Запорожцев и др.; Под ред. Н. Л. Голего. – 2-е изд., перераб. и доп.- М: Транспорт, 1984. – 422 с.*
3. *Макаров Н. В. Ремонт воздушных судов. Учебное пособие. СПб, 6 Академия ГА, 2003. – 158 с.*
4. *Бейлин. Л. А., Мейер А. А. Ремонт самолетов, вертолетов и авиационных двигателей. Учеб. пос. для сред. учеб. заведений ГА. – М.: Транспорт, 1966. – 428 с.*
5. *Организация войскового ремонта. Курс лекций. Часть 1. Составили: А. Д. Савалюк, И. В. Золотухин, Н. И. Киреленко. – Л.: ВИКИ имени А. Ф. Можайского, 1989. – 72 с.*
5. *Ингликов М. А. Ремонт технических систем. Л.: ВИКИ им. А. Ф. Можайского, 1978. – 322 с.*

Якущенко В.Ф. Ремонт воздушных судов: Учебное пособие  
/ СПбГУГА. С.-Петербург, 2011.